



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Περιγραφή Χρηματοδοτούμενου Ερευνητικού Έργου
1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την
ενίσχυση των Μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την
προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας

ΠΛΗΘΩΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΣΤΗΝ ΕΠΟΧΗ ΤΟΥ LHC ΚΑΙ PLANCK

Ακρωνύμιο: INFLALHC

Φιλικός προς τον αναγνώστη Τίτλος: Εξερευνώντας τη γένεση του Σύμπαντος

Επιστημονική Περιοχή: ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Επιστημονικό πεδίο: Φυσικές επιστήμες,
Φυσική σωματιδίων και πεδίων

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Γιώργος Λαζαρίδης

Ερευνητική ομάδα: Γιώργος Λεοντάρης, Κωνσταντίνος Πάλλης, Qaisar Shafi, Νικόλαος Βλάχος και ένας (ακόμη) μεταδιδακτορικός ερευνητής

Φορέας Υποδοχής: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης

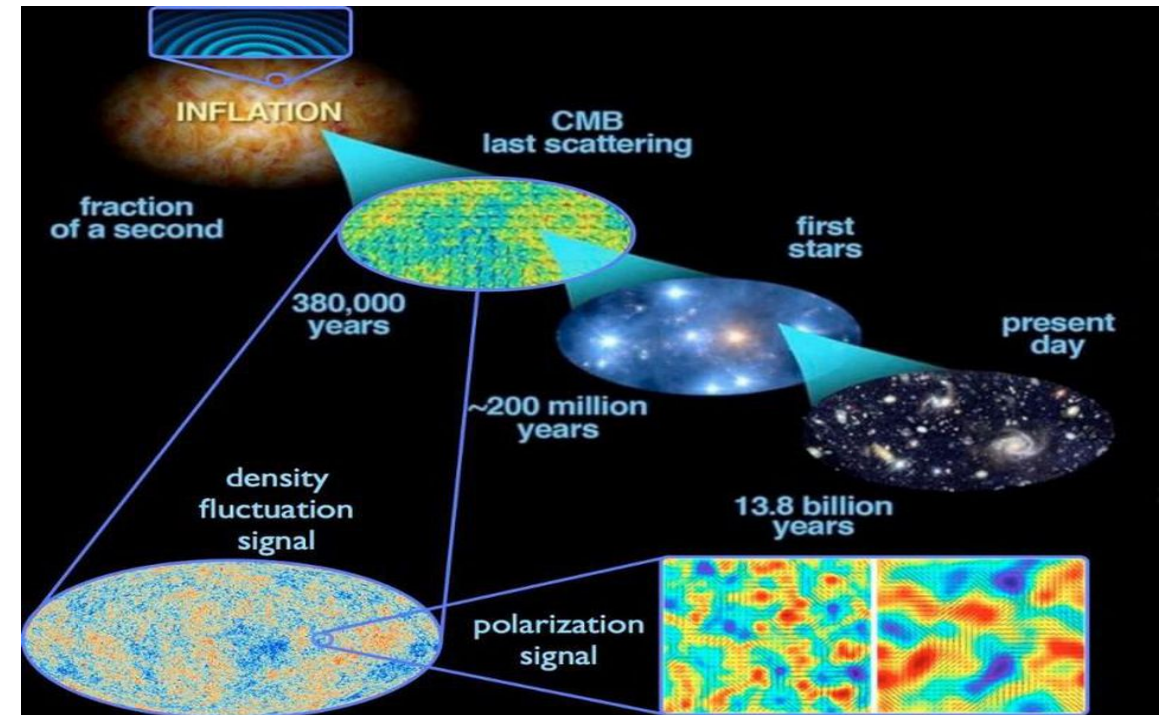
Χώρα: ΕΛΛΑΔΑ

Συνεργαζόμενοι Φορείς:

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Πανεπιστήμιο του Delaware.

Διάρκεια Χρηματοδότησης: 36 months

Ποσό Χρηματοδότησης: 196 300 €



Σύνοψη Ερευνητικού Έργου

Η ερευνητική περιοχή που αξιοποιεί τη Φυσική Στοιχειωδών Σωματίων για την επίλυση διάφορων προβλημάτων της σύγχρονης Κοσμολογίας και ονομάζεται συνοπτικά Σωματίδιακή Κοσμολογία έχει προσελκύσει πρόσφατα μεγάλη προσοχή γιατί τα παρατηρησιακά και πειραματικά δεδομένα είναι πολύ ακριβή και θέτουν ισχυρούς περιορισμούς στα θεωρητικά πρότυπα. Σε αυτή την ερευνητική πρόταση σχεδιάζουμε να περιορίσουμε παρατηρησιακά αποδεκτά πρότυπα κοσμολογικού πληθωρισμού συνδυάζοντάς τα με άλλους τομείς της θεωρίας που σχετίζονται με ανοικτά προβλήματα της Σωματίδιακής Κοσμολογίας όπως την παραβίαση της Υπερσυμμετρίας (SUSY), την ψυχρή σκοτεινή ύλη (CDM), τη βαρυογένεση μέσω λεπτογένεσης, τη διάσπαση του γκαβιτίνο και τις παραμέτρους που σχετίζονται με τις ταλαντώσεις των νετρίνο. Ειδικότερα, υιοθετώντας δύο καλά τεκμηριωμένα πληθωριστικά πρότυπα αναμένουμε να φωτίσουμε το μηχανισμό παραβίασης της SUSY, εργαζόμενοι στα πλαίσια της Υπερβαρύτητας και χρησιμοποιώντας μια ολική R συμμετρία. Η υψηλής κλίμακας SUSY είναι ένα ενδεχόμενο, το οποίο μπορεί να αναλυθεί σε συνδυασμό με μια αντιμετώπιση του προβλήματος της ιεράρχησης επιβάλλοντας τη συνθήκη Veltman σε μια υψηλή κλίμακα. Επίσης, εξετάζεται η ευστάθεια του ηλεκτρασθενούς κενού λαμβάνοντας υπόψη ότι η μάζα του σωματίου Higgs είναι ίση με 125.5 GeV. Επιπλέον, σχεδιάζουμε να εμφυτεύσουμε τον μη τετριμμένο πληθωρισμό σε μεγαλοενοποιημένες θεωρίες βαθμίδας που βασίζονται στις ομάδες συμμετρίας των Pati-Salam ή του ανεστραμμένου SU(5) και να προτείνουμε σενάρια ενεργοποίησης της μη θερμικής λεπτογένεσης. Το ίδιο πρότυπο μπορεί επίσης να συνδεθεί με ένα τύπο CDM σταθεροποιούμενης από μια διακριτή συμμετρία που μπορεί να παρέμεινε ισχυρή μετά την κατάρρευση μιας μεγάλης συμμετρίας. Η πραγματοποίηση της έρευνάς μας απαιτεί σχεδιασμό προτύπων, υπολογισμούς στα πλαίσια της κβαντικής θεωρίας πεδίου και αριθμητική και αναλυτική μελέτη της εξέλιξης των δυναμικών διαδικασιών στο πρώιμο σύμπαν.

Πρωτοτυπία του Ερευνητικού Έργου

Αυτό το έργο στοχεύει στη διερεύνηση, λαμβάνοντας ως σημείο αναφοράς τον πληθωρισμό, μερικών από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η σύγχρονη Αστροσωματιδιακή Φυσική, όπως ο μηχανισμός παραβίασης της υπεσυμμετρίας (SUSY), η δομή της Μεγάλης Ενοποίησης (GUT), η προέλευση της ασυμμετρίας των βαρυονίων του Σύμπαντος, η φύση των νετρίνων, της Ψυχρής Σκοτεινής Ύλης (CDM) και της SUSY Υψηλής Κλίμακας. Ο πληθωρισμός είναι ένα δομικό συστατικό της σύγχρονης Κοσμολογίας, καθώς ξεπερνά τα προβλήματα της Θεωρίας της Μεγάλης Έκρηξης και παρέχει έναν μηχανισμό για τη δημιουργία της παρατηρούμενης δομής του Σύμπαντος. Επικεντρωνόμαστε σε ένα σύνολο καλά θεμελιωμένων πληθωριστικών μοντέλων που είναι συμβατά με μια συμμετρία R, όπως ο υβριδικός πληθωρισμός από F όρους και ο (χαοτικός) πληθωρισμός που απαιτεί μια μη-τετριμμένη σύζευξη του υπεύθυνου για τον πληθωρισμό πεδίου με την καμπυλότητα Ricci. Η συμμετρία R λειτουργεί ως εργαλείο διασύνδεσης μεταξύ πληθωρισμού και παραβίασης της SUSY, που δεν έχει μελετηθεί μέχρι τώρα. Ένα ιδιαίτερα συναρπαστικό εξαγόμενο μιας τέτοιας ανάλυσης θα ήταν η SUSY υψηλής κλίμακας που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς παύει να αποφεύγει το περιβόητο πρόβλημα της ιεραρχίας βαθμίδας και χρειάζεται έναν μηχανισμό σταθεροποίησης της ιεραρχίας των κλιμάκων ενέργειας έναντι διορθώσεων ακτινοβολίας. Ο τρίτος στόχος αυτού του έργου είναι η ενσωμάτωση του πληθωρισμού σε ρεαλιστικά πρότυπα GUT βασισμένα στην ομάδα βαθμίδας Pati-Salam ή το αναποδογυρισμένο SU(5). Αν και, μερικές από αυτές τις ομάδες βαθμίδας χρησιμοποιούνται ήδη ως πλαίσιο κατασκευής πληθωριστικών μοντέλων, δεν συνδυάζονται μέχρι τώρα με το δεύτερο από τα προαναφερθέντα πληθωριστικά μοντέλα. Αυτό το ζήτημα σχετίζεται στενά με τον επόμενο ερευνητικό μας στόχο, ο οποίος είναι η υλοποίηση της βαρυογένεσης μέσω μη θερμικής λεπτογένεσης συμβατής με σχετικούς παρατηρησιακούς περιορισμούς. Ένα υποπροϊόν από την ενσωμάτωση του πληθωρισμού στα GUT είναι η δημιουργία ενός υποψηφίου CDM που σταθεροποιείται από μια διακριτή συμμετρία Z₂, η οποία θα μπορούσε να είναι ένα υπόλειμμα μιας GUT. Τα μοντέλα μας μπορούν να αξιολογηθούν από τρέχοντα και μελλοντικά πειράματα, όπως ο Μεγάλος Επιταχυντής Αδρονίων (LHC) και τα παρατηρητήρια που αναλύουν την κοσμική ακτινοβολία μικροκυμάτων ή ανιχνεύουν αρχέγονα βαρυτικά κύματα - π.χ. οι δορυφόροι WMAP και Planck, Keck Array / BICEP2 και προσεχή πειράματα, όπως το Keck Array / BICEP3, PRISM και LiteBIRD.

Αναμενόμενα αποτελέσματα & Αντίκτυπος του Ερευνητικού Έργου

Σε αυτό το έργο επιδιώκουμε να αναπτύξουμε μια λεπτομερή και ολοκληρωμένη ανάλυση τής κοσμολογικής εξέλιξης που προκύπτει από υπεσυμμετρικά πρότυπα που ισχύουν σε κλίμακες υψηλής ενέργειας. Πιστεύουμε ότι οριοθετώντας τον παραμετρικό χώρο των μοντέλων αυτού του τύπου, απαιτώντας μια συνεπή κοσμολογική ιστορία, είναι χρήσιμο και ενδιαφέρον. Για την κατασκευή μοντέλων αυτών λαμβάνονται υπόψη σημαντικές θεωρητικές ιδέες και τα σχετικά πειραματικά και παρατηρησιακά δεδομένα. Ως αποτέλεσμα, πρέπει να συνδυάσουμε μια ευρεία κατανόηση της θεωρίας με την πλήρη γνώση των τρεχόντων και μελλοντικών πειραμάτων, προκειμένου να αλληλεπιδράσουμε ουσιαστικά και με τους δύο μεγάλους κλάδους της επιστήμης. Αναμένουμε ότι τα αποτελέσματά μας θα έχουν αντίκτυπο τόσο στη θεωρία όσο και στο πείραμα, αναδεικνύοντας τομείς όπου χρειάζονται νέες ιδέες. Μπορούν να βοηθήσουν στον σχεδιασμό νέων πειραμάτων για να δοκιμάσουν τα τελευταία αποτελέσματα της θεωρίας. Εν κατακλείδι, η επίτευξη των στόχων αυτού του έργου θα διευρύνει την κατανόησή μας για το σύμπαν και θα αποκαλύψει ενδείξεις για τη σύσταση της φύσης πέρα από την ηλεκτρασθενή κλίμακα, ωφελώντας ουσιαστικά την επιστημονική κοινότητα. Σε εθνικό επίπεδο, μέλη των Τμημάτων Φυσικής στα Πανεπιστήμια Θεσσαλονίκης και Ιωαννίνων θα επωφεληθούν συμμετέχοντας σε μια έρευνα αιχμής, αποκτώντας σημαντική εμπειρία τόσο σε θεωρητικούς όσο και σε πειραματικούς τομείς.

Η σημασία της χρηματοδότησης

Αυτή η χρηματοδότηση είναι πολύ σημαντική δεδομένου ότι επιτρέπει τη σύσταση μιας ερευνητικής ομάδας που μπορεί να διεξάγει επιστημονική έρευνα σε πολύ υψηλό επίπεδο. Συγκεκριμένα,

- Δίνει την ευκαιρία στον Συντονιστή και σε άλλα ώριμα μέλη της ερευνητικής ομάδας να συνεχίσουν την ερευνητική τους δραστηριότητα και να μεταδώσουν τις εμπειρίες τους σε νεότερους ερευνητές.
- Δίνει την ευκαιρία στους μεταδιδακτορικούς ερευνητές να ενταχθούν σε ένα πολύ γνωστό Πανεπιστήμιο της Ευρώπης ενισχύοντας σημαντικά τις πιθανότητές τους να βρουν μόνιμες ακαδημαϊκές θέσεις εργασίας.
- Προσφέρει τη δυνατότητα της κινητικότητας στα μέλη της ομάδας, χάρη στους διαθέσιμους πόρους για μετακινήσεις, διευκολύνοντας την επιδίωξη εσωτερικών και διεθνών συνεργασιών και την ανάπτυξη συνεργιών μακράς πνοής με άλλες χώρες καθώς και με ερευνητές πρώτης κατηγορίας.
- Επιτρέπει τον εκσυγχρονισμό των υπολογιστικών εγκαταστάσεων, επεκτείνοντας έτσι τα υπολογιστικά εργαλεία που η ερευνητική ομάδα έχει στη διάθεσή της για την επίτευξη των ερευνητικών στόχων.



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Λ. Συγγρού 185 & Σάρδεων 2
ΤΚ. 17121, Νέα Σμύρνη, Ελλάδα
210 64 12 410, 420
communication@elidek.gr
www.elidek.gr